Échographie peropératoire

A. Berrebi, M. Michel-Cherqui, M.-L. Felten

Symbole même de l'échocardiographie interventionnelle où les données échocardiographiques ont un impact direct et immédiat sur la prise en charge des patients en chirurgie cardiaque et leur coût, l'échographie transœsophagienne s'est imposée naturellement au bloc opératoire comme un outil devenu indispensable dans une approche d'équipe multidisciplinaire : véritable « GPS » de l'intervention en préopératoire et filet de sécurité en postopératoire. Elle nécessite une disponibilité et une expérience importantes de l'échocardiographiste qui peut être, selon les centres, un cardiologue et/ou un anesthésiste associé à un chirurgien « compliant ». Les applications de l'échographie peropératoire sont nombreuses, dominées en fréquence par la chirurgie valvulaire, en particulier reconstructrice (mitrale ou aortique), mais aussi le monitorage hémodynamique. L'échographie transœsophagienne 3D temps réel apporte un plus en facilitant la communication avec les chirurgiens.

© 2012 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Échocardiographie peropératoire ; Chirurgie cardiaque ; Chirurgie valvulaire reconstructrice ; Chirurgie de l'aorte ; Travail d'équipe ; Impact médicoéconomique

Plan

- **Introduction** 1
- **Chirurgie mitrale** 1
  - Chirurgie reconstructrice conservatrice 1
  - Chirurgie de remplacement prothétique 5
  - Impact clinique de l'échographie peropératoire en chirurgie mitrale 6
- **Chirurgie tricuspide** 6
- **Chirurgie mini-invasive** 7
- **Chirurgie aortique** 7
  - Chirurgie reconstructrice aortique 7
  - Remplacement valvulaire prothétique 7
  - Dissection aortique 7
- **Évaluation hémodynamique peropératoire** 9
- **Apport de l'échographie dans la circulation extracorporelle** 9
- **Transplantations cardiaques et pulmonaires** 10
  - Transplantation cardiaque 10
  - Transplantation pulmonaire 10
- **Assistances ventriculaires** 11
- **Modalités échographiques peropératoires, indications et règles d'utilisation de l'échographie transœsophagienne** 11
  - Échographie transœsophagienne peropératoire 11
  - Échographie épicardique 11
- **Conclusion** 11

Introduction

L'échographie peropératoire a connu un essor considérable ces dernières années pour deux raisons essentielles : l'apparition des sondes transœsophagiennes (2D et plus récemment 3D temps réel) et le développement des techniques chirurgicales conservatrices valvulaires. L'échographie peropératoire est une activité spécifique, un travail d'équipe caractérisé par une collaboration étroite multidisciplinaire impliquant cardiologues, anesthésistes et chirurgiens. Sa valeur ajoutée réside dans la possibilité de changer la stratégie opératoire, de repartir en circulation extracorporelle (CEC) pour corriger un résultat imparfait et de mieux gérer l'hémodynamique des patients en sortie de CEC, permettant ainsi d'améliorer la prise en charge des patients au bloc opératoire.

Chirurgie mitrale

Chirurgie reconstructrice conservatrice

La chirurgie reconstructrice mitrale, décrite par Carpentier depuis près de 40 ans [1], s'est imposée comme la technique chirurgicale de référence de l'insuffisance mitrale (IM) ; ainsi, les recommandations internationales [2, 3] préconisent un traitement chirurgical à des patients souffrant d'une IM peu voire asymptomatique, si bien entendu celle-ci est réparable avec une forte probabilité, et une mortalité opératoire faible et sans fuite résiduelle. C'est précisément le rôle de l'échographie

Volume 7 > n°4 > novembre 2012
http://dx.doi.org/10.1016/S1166-4568(12)39340-6

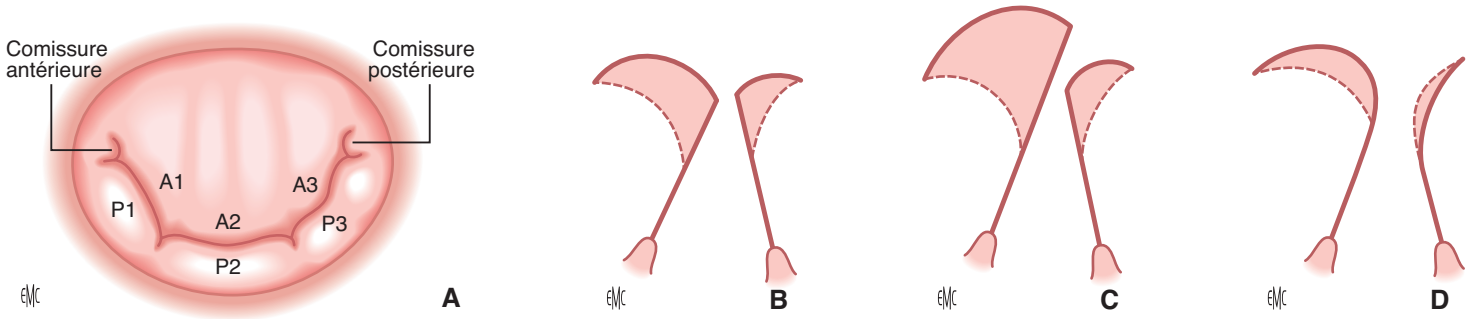


Figure 1. Classification de Carpentier.
A. Schéma descriptif de l'analyse fonctionnelle et segmentaire. Segments anatomiques du feuillet postérieur : P1 (antérieur), P2 (moyen), P3 (postérieur). Segments correspondants : A1, A2 et A3, en regard de respectivement P1, P2 et P3.
B. Type I.
C. Type II.
D. Types IIIa et IIIb.

transœsophagienne (ETO) peropératoire de réévaluer au bloc la faisabilité de la plastie et d'évaluer son résultat fonctionnel immédiat, véritable filet de sécurité.

Faisabilité d'une plastie mitrale

C'est un temps essentiel de l'intervention, à réaliser avant le départ en CEC, en présence du chirurgien. Elle suppose de la part de l'échocardiographiste de parler un langage commun qui est fondamental dans le cadre de la chirurgie reconstructrice valvulaire.

La clé réside dans le concept de triade physiopathologique qui consiste à distinguer clairement ce qui relève de l'étiologie (cause de la maladie), des lésions (conséquences de la maladie) et des dysfonctions (résultant des lésions).

L'analyse de la dysfonction est le point fort de l'échographiste car seule l'échographie permet une approche fonctionnelle de l'IM. La correction de la dysfonction définit pour le chirurgien l'objectif de la réparation.

L'analyse lésionnelle est le point fort du chirurgien car il est le mieux placé pour faire une analyse directe, exhaustive et précise des lésions valvulaires. Ces lésions vont orienter le choix des techniques chirurgicales de réparation.

Ainsi, les différents temps échographiques du mécanisme d'une IM en vue d'une plastie mitrale [4] sont l'analyse :
- de la dysfonction ;
- des lésions ;
- de l'étiologie ;
- du risque de *systolic anterior motion* (SAM) ;
- de la valve tricuspide.

Au terme de cette analyse, le chirurgien dispose d'une véritable « feuille de route » et peut mieux planifier son geste de réparation mitrale.

Dysfonction

L'analyse de la dysfonction repose sur deux temps :
- la classification fonctionnelle pour définir le type de dysfonction (Fig. 1) ;
- l'analyse segmentaire pour localiser le ou les segments concernés par la dysfonction.

La classification fonctionnelle de Carpentier repose sur l'analyse des mouvements valvulaires et en se concentrant sur la position du bord libre des feuillets valvulaires :
- type I : mouvements valvulaires normaux ;
- type II : mouvements valvulaires excessifs ou « prolapsus » ;
- type III : mouvements valvulaires restrictifs, en distinguant :
  - IIIa : en diastole (valve immobile en position ouverte),
  - IIIb : en systole (ouverture normale mais mouvement restrictif de fermeture).

Cette étape suppose une imagerie 2D sans couleur qui gênerait l'analyse des mouvements valvulaires. On utilise volontiers la fonction *color compare* qui permet d'obtenir sur le même écran l'image 2D à gauche et l'image 2D-couleur à droite (direction des jets).

L'analyse segmentaire, fondamentale, n'est pas systématiquement réalisée. Elle s'adresse essentiellement aux dysfonctions de type II (prolapsus) mais aussi de type IIIb (restriction systolique). Elle consiste à localiser les segments valvulaires touchés par les dysfonctions.

Le chirurgien a défini huit segments de la valve mitrale :
- trois segments anatomiques du feuillet postérieur : P1 (antérieur), P2 (moyen), P3 (postérieur), avec deux indentations (P1/P2 et P2/P3) ;
- trois segments correspondants (non anatomiquement définis) : A1, A2 et A3 en regard de respectivement P1, P2 et P3 ;
- deux commissures : en vue chirurgicale à gauche la commissure antérieure et à droite la commissure postérieure.

Elle suppose d'avoir en permanence l'orientation de la mitrale dans le cœur (à savoir la commissure antérieure en haut et la commissure postérieure en bas), et deux repères anatomiques précis : la proximité de l'auricule gauche, et la commissure antérieure et l'aorte ascendante alignées dans le plan longitudinal de la partie médiane de la valve mitrale (A2P2).

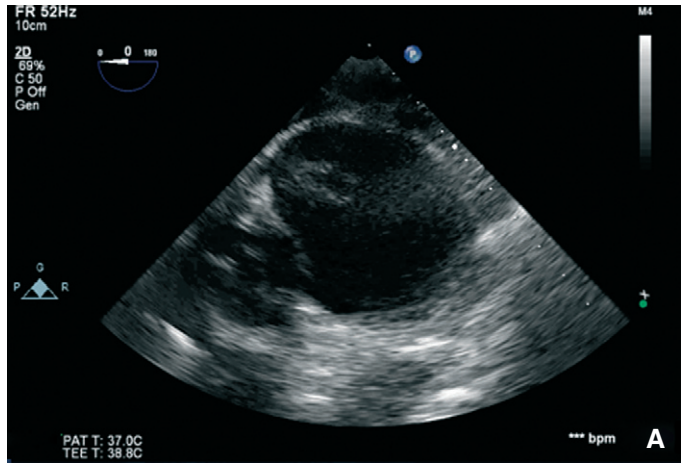
Enfin, elle doit être réalisée avec l'imagerie duale simultanée : 2D à gauche, 2D couleur à droite permettant de localiser l'origine du jet et la zone de convergence.

Six coupes doivent être systématiquement réalisées dans un ordre précis et immuable.

Les trois premières coupes sont obtenues dans l'incidence quatre cavités à 0° et permettent de couper les différents segments selon le niveau de position de la sonde :
- en position haute, les feuillets A1 P1 sont identifiés avec comme repères des feuillets de petite taille, l'aorte à gauche et l'auricule à droite ;
- en position médiane, les feuillets A2 P2 sont identifiés avec comme repères des feuillets de grande taille ;
- en position basse, les feuillets A3 P3 sont identifiés avec comme repères des feuillets de petite taille et un ventricule gauche tendant à devenir arrondi.

La quatrième coupe, logique, est la transgastrique à 0° en position annulaire obtenue en remontant légèrement la sonde à partir de la transgastrique « classique » (passant par les feuillets valvulaires). Ainsi, l'anneau est dégagé avec sa forme typique en D. La différence avec la vue chirurgicale (oreillette gauche) est que nous regardons l'anneau avec la commissure postérieure en haut et la commissure antérieure en bas. Cette coupe a l'avantage de détecter uniquement et sélectivement le ou les bords libres des feuillets prolabés. Elle est particulièrement utile dans les prolapsus commissuraux (Fig. 2) ou paracommissuraux. La localisation du jet couleur est également utile pour identifier le segment fuyant.

Les deux dernières coupes sont obtenues en multiplan :
- vers 130°–140°, l'incidence long axe permet de couper les segments A2 P2 avec comme repères des feuillets de grande taille et l'aorte ascendante ;
- vers 45°–60°, l'incidence « juxtabicommissurale » permet d'identifier de droite à gauche respectivement P1, A2 et P3.



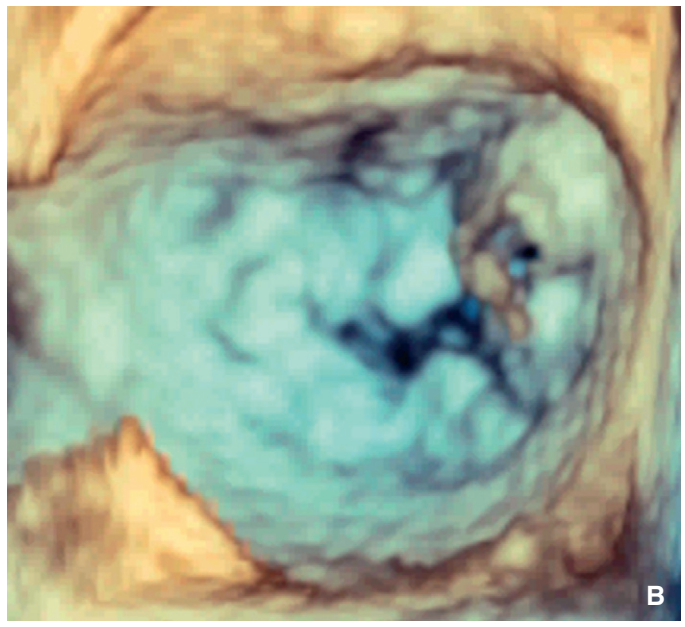


Figure 2. Prolapsus commissural postérieur.
A. Coupe transgastrique annulaire 2D.
B. Vue chirurgicale 3D temps réel.

Le repère à droite est l'auricule gauche. Cette coupe est très utile pour identifier les prolapsus paracommissuraux P1 ou P3 (difficiles parfois à visualiser dans la coupe quatre cavités basse).

L'apparition de l'ETO 3D temps réel a permis de simplifier la communication avec le chirurgien car elle permet de voir l'image chirurgicale en dynamique [5, 6]. Elle ne se substitue pas toutefois à l'analyse 2D qui doit rester systématique. Dans notre expérience ces trois dernières années, l'ETO 3D a permis de mieux identifier les prolapsus commissuraux (Fig. 2) et paracommissuraux, et celui des indentations. Dans les prolapsus de P2, le 3D apporte un plus pour savoir si ce prolapsus est étendu et concerne ou non les indentations, ce qui influence l'étendue de la résection chirurgicale.

Lésions

Elles sont la conséquence des maladies et responsables des dysfonctions.

Par exemple, dans le prolapsus, quatre lésions sont possibles : élongation et/ou rupture de cordages et/ou piliers. Elles sont au mieux identifiées par le chirurgien et guident ses choix techniques.

L'échographie essaie toutefois de détecter des calcifications valvulaires en précisant leur localisation précise (feuillets, anneaux, commissure, etc.)

Étiologie

Il s'agit le plus souvent dans les pays industrialisés de maladies dégénératives, avec comme tableau typique :

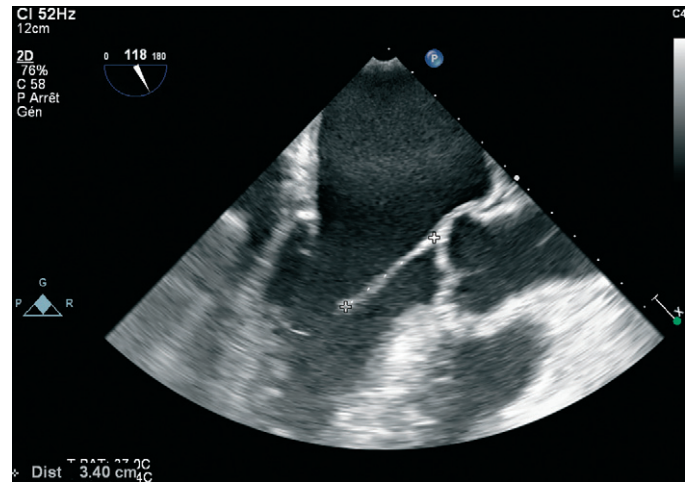


Figure 3. Mesure de la hauteur du feuillet antérieur A2.

- d'une part la dégénérescence fibroélastique, touchant les sujets âgés, avec un souffle récent, des valves fines et des prolapsus localisés (exemple P2 par rupture de cordage) ;
- d'autre part la maladie de Barlow, touchant les patients adultes jeunes, avec un souffle ancien, des valves épaisses et des prolapsus diffus (bivalvulaires en règle) ;
- enfin la maladie de Marfan et des formes intermédiaires.

Les autres étiologies sont également d'excellentes indications de l'ETO peropératoire en particulier :

- l'IM oslérienne est une indication d'ETO peropératoire systématique afin de faire un bilan lésionnel complet (autres atteintes valvulaires) et s'assurer de la qualité du résultat car il s'agit de plasties difficiles (tissu fragile, atteinte volontiers commissurale postérieure) ;
- l'IM ischémique, non pas tant pour sa sévérité, en règle sous-estimée en peropératoire, mais surtout pour son mécanisme (type IIIb le plus souvent) et la localisation précise du jet (P3 isolé ou plus diffus) pouvant influencer le choix de l'anneau prothétique. En l'absence de données préopératoires échocardiographiques d'effort, on peut s'aider d'un test de remplissage au bloc opératoire pour mieux évaluer leur sévérité [7]. Au contrôle, on insiste sur la distance de coaptation postopératoire (au moins 8 mm) garant d'un bon résultat à long terme de ces annuloplasties restrictives.

Risque de *systolic anterior motion*

Il est défini par le déplacement de la valve antérieure en systole vers la voie d'éjection ventriculaire gauche, entraînant une obstruction intraventriculaire gauche et une IM.

Il est favorisé par un excès de tissu valvulaire, un angle mitroaortique étroit et un petit ventricule gauche [8]. Du point de vue du chirurgien, il peut être lié à une hauteur excessive du feuillet postérieur (> 15 – 20 mm) et/ou à la mise en place d'un anneau trop petit par rapport au feuillet antérieur. Du point de vue de l'échographiste, il faut mesurer les différents feuillets postérieurs (P1 à P3) mais aussi A2 dont la hauteur mesurée en long axe (Fig. 3) permet de prédire la taille de l'anneau prothétique adéquat.

Évaluation de la tricuspide

Compte tenu du traitement diurétique et vasodilatateur et de l'extrême dépendance du ventricule droit aux conditions de charge, il peut exister d'authentiques dilatations importantes de l'anneau tricuspide sans que celle-ci fuie de façon importante [9]. Ainsi, il est indispensable de mesurer l'anneau tricuspide, en diastole, dans l'incidence quatre cavités basses (Fig. 4). Le chiffre seuil retenu dans les recommandations européennes au-delà duquel une plastie tricuspide associée est recommandée (IIa) est de 40 mm [3]. D'autres critères sont en cours d'évaluation (distance de coaptation, dilatation de l'oreillette droite vue par le chirurgien, rapport du feuillet antérieur tricuspide par rapport à l'anneau, etc.).

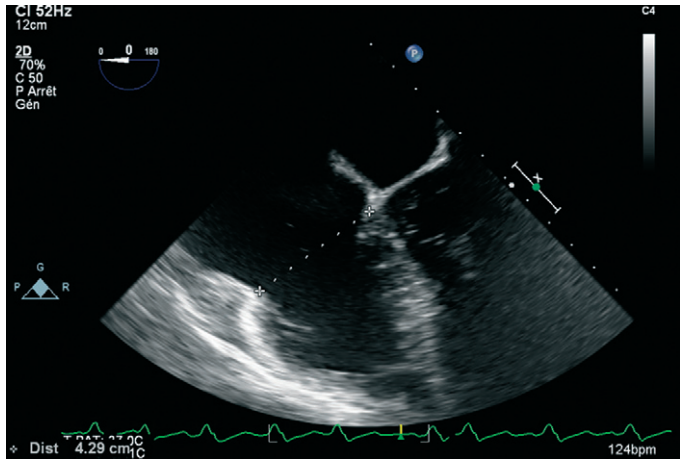


Figure 4. Mesure de l'anneau tricuspide, coupe quatre cavités basse (A3P3).

En résumé, au terme de cette analyse et après discussion avec le chirurgien, trois catégories d'IM peuvent être définies :

- plasties simples : prolapsus localisés, P2 ou A2, liés à une maladie dégénérative, sans calcification ni risque de SAM, accessibles à une majorité de chirurgiens ;
- plasties compliquées : prolapsus diffus (bivalvulaires, touchant plusieurs segments, les commissures), liées souvent à une maladie de Barlow, avec calcification annulaire et risque de SAM, accessibles à des chirurgiens expérimentés en chirurgie reconstructrice mitrale ;
- plasties impossibles quand le tissu est rétracté, rigide, calcifié ou manquant d'étoffe, dans certaines formes évoluées et actives de rhumatisme articulaire ou d'endocardites délabrantes (intérêt d'une chirurgie précoce).

Contrôle peropératoire du résultat de la plastie mitrale

Conditions d'examen

Il s'agit de vérifier le résultat de l'intervention en peropératoire, ce qui n'est possible que sur cœur battant. La CEC doit être arrêtée mais les canules laissées en place et la protamine non injectée. Sachant que la fonction valvulaire en peropératoire dépend de façon étroite de la fonction ventriculaire gauche et des conditions de charge, il importe, avant de contrôler une plastie mitrale, de s'assurer que la contractilité et les conditions de charge sont similaires à celles enregistrées en préopératoire. Nous débutons l'examen par une coupe transgastrique qui permet d'analyser l'ouverture orificielle anatomique et de dépister d'éventuelles fuites commissurales.

Recherche d'une insuffisance mitrale résiduelle

Il est important de connaître les pièges relatifs au contrôle peropératoire des plasties mitrales, en particulier en matière de fuite résiduelle temporaire. Dans une étude réalisée par notre équipe comportant 62 patients ayant bénéficié d'une plastie mitrale, près de 20 % des fuites mitrales résiduelles détectées en postopératoire immédiat se sont révélées être temporaires [10]. Dans la majorité des cas, il s'agissait d'une altération transitoire de la fonction ventriculaire gauche responsable d'une insuffisance mitrale type IIIb postérieur. Il est donc fondamental, avant de conclure à un mauvais résultat de la plastie mitrale et de repartir en CEC, d'évaluer le patient avec une volémie correcte et une fonction ventriculaire gauche au moins identiques à celles existant en préopératoire. Cela permet d'éviter de repartir inutilement en CEC, ce qui aurait comme effet d'aggraver la situation hémodynamique du patient.

Ce n'est qu'après l'analyse 2D systématique de la coaptation des feuillets mitraux en A2P2 (Fig. 5), idéalement de 6 à 8 mm, que l'on s'aide du Doppler couleur pour dépister une éventuelle fuite résiduelle ; on précise son importance sur les critères habituels (standards, options et recommandations [SOR] et diamètre

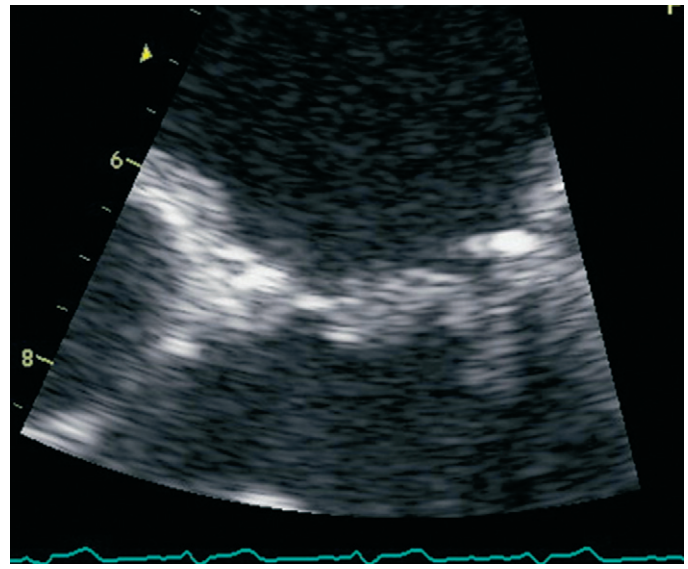


Figure 5. Mesure de la distance de coaptation (coupe quatre cavités en A2P2).

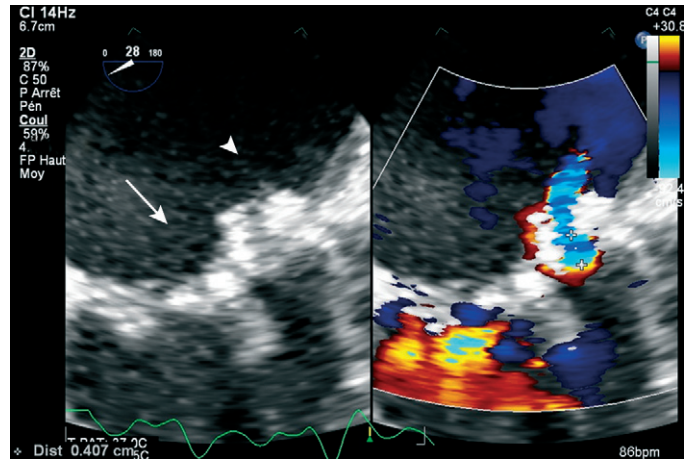


Figure 6. Fuite résiduelle : jet couleur intravalve. Flèche : zone de coaptation ; tête de flèche : feuillet.

du jet à l'origine) ; mais au-delà de la sévérité, l'objectif essentiel est de préciser le mécanisme (dysfonction) et surtout de localiser précisément le jet régurgitant. Ainsi, on différencie schématiquement :

- un petit jet central au niveau de la coaptation A2P2, le plus souvent lié à une irrégularité des bords des feuillets et que l'on peut négliger en présence d'une IM, en règle minime ou tout au plus modérée ;
- de jets valvulaires, au sein même des feuillets, le plus souvent au niveau des zones de résection suture (Fig. 6), ou des indentations, des commissures, voire périannulaires (plus rares). Ces jets doivent être localisés précisément en s'aidant de la coupe transgastrique annulaire et surtout de la vue chirurgicale avec Doppler couleur obtenue en ETO 3D temps réel (Fig. 7), particulièrement utile pour aider le chirurgien à en comprendre le mécanisme et prendre sa décision, toujours difficile, de repartir en CEC. Ces fuites, quelle que soit leur sévérité, doivent conduire à repartir en CEC pour obtenir un résultat parfait garant d'un résultat excellent à long terme. Bien entendu, il faut tenir compte dans cette décision de l'âge du patient, de la fragilité tissulaire, de la fonction ventriculaire gauche et de la durée du clampage aortique.

Recherche d'un mouvement systolique antérieur mitral

L'existence d'un SAM en peropératoire mérite deux questions : existe-t-il un gradient de pression intraventriculaire gauche ?

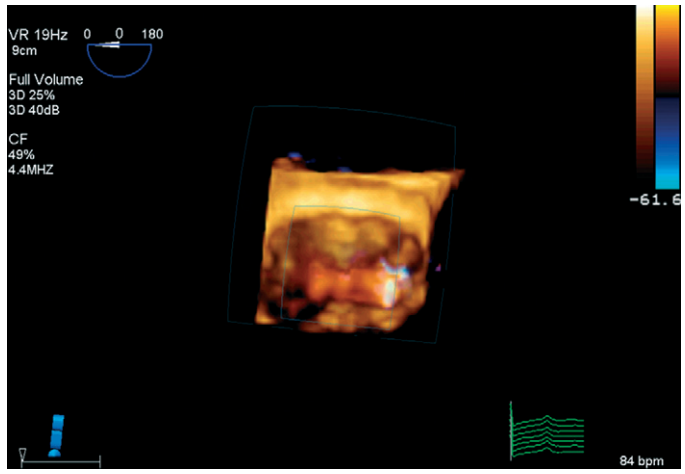


Figure 7. Fuite résiduelle P3 : jet couleur en vue 3D temps réel (volume total).

Existe-t-il une insuffisance mitrale ? En présence d'un gradient de pression intraventriculaire gauche, sa quantification repose sur deux méthodes : la mesure des pressions par le chirurgien ou la mesure par Doppler continu sur une coupe transgastrique basse, équivalente à une coupe cinq cavités (Fig. 8). Une insuffisance mitrale peut être liée au SAM et d'importance variable. Ces complications se manifestent généralement par une sortie de CEC difficile, une hypotension artérielle ayant parfois déjà conduit l'anesthésiste à utiliser des médicaments inotropes positifs. La conduite thérapeutique est alors stéréotypée et comporte deux étapes : remplissage optimal du patient et arrêt de tout médicament inotrope positif (voire perfusion d'esmolol), puis réévaluation échocardiographique et hémodynamique quelques minutes après cette intervention thérapeutique. Le plus souvent, le SAM disparaît. Si le SAM persiste avec un gradient de pression important et/ou une insuffisance mitrale importante, la décision de repartir en CEC doit être prise de façon collégiale entre le chirurgien, le cardiologue échocardiographiste et l'anesthésiste. Le geste peut alors consister en la résection de hauteur de petite valve et/ou la mise en place d'un anneau plus grand. Dans notre expérience, il n'a jamais été pratiqué de remplacement valvulaire pour traiter un SAM.

Autres complications après plastie mitrale

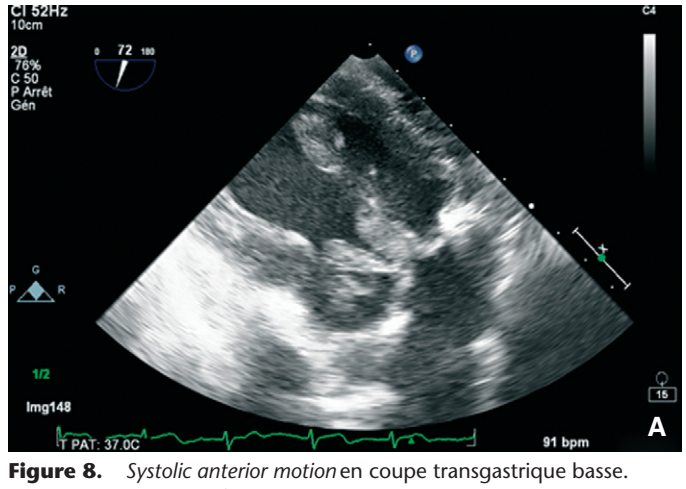
Il faut terminer l'examen par une analyse systématique des autres valves, de la fonction ventriculaire gauche et droite, et de l'aorte ascendante, pour dépister un certain nombre de complications particulières, certes très rares, mais qui doivent être traitées au bloc opératoire. Une insuffisance aortique peut être créée à la jonction entre les sigmoïdes non coronaire et coronaire gauche, par un point de suture de l'anneau mitral. Une insuffisance tricuspide peut être secondaire par accrochage de l'appareil sous-valvulaire tricuspide. Des dysfonctions ventriculaires gauches segmentaires transitoires peuvent survenir après une embolie gazeuse, en particulier dans le territoire de la coronaire droite. Cette complication est souvent détectée par l'existence d'un sus-décalage de ST dans le territoire inférieur. L'ETO peropératoire montre alors une hypokinésie segmentaire postérieure qui nécessite de poursuivre la CEC en attendant une procédure de purge totale du ventricule gauche. Une autre cause de dysfonction ventriculaire gauche segmentaire est une lésion iatrogène de la circonflexe qui peut être (rarement) touchée lors de la suture postérieure (P1) de l'anneau, en particulier en cas d'exposition difficile. Le résultat est généralement une hypokinésie latérale permanente et une instabilité hémodynamique, responsables d'une sortie de CEC difficile. L'ETO peut visualiser la compression circonflexe dans certaines incidences [11]. La fonction ventriculaire droite peut être altérée en cas de mauvaise protection myocardique, d'air dans la coronaire droite. Enfin, on élimine de principe une dissection aortique post-canulation et une communication interauriculaire traumatique due à une traction excessive des écarteurs.

Chirurgie de remplacement prothétique

Les indications de l'ETO peropératoire au cours du remplacement valvulaire mitral sont moins fréquentes que lors de la chirurgie reconstructrice [12]. Elles concernent deux situations particulières :

- la chirurgie avec un risque élevé de désinsertion : interventions redux, tridux avec un anneau mitral fragilisé ou calcifié, ou lors d'une endocardite aiguë pour laquelle une plastie n'est pas réalisable ;
- la chirurgie de correction de fuites périprothétiques mitrales, afin de localiser très exactement le siège de la régurgitation ; la coupe transgastrique permet de localiser la fuite par rapport à la vue chirurgicale de l'oreillette gauche : ainsi, une fuite à 12 heures correspond pour le chirurgien à la zone mitro-aortique, une fuite à trois heures à une fuite paracommissurale postérieure, une fuite à six heures à une fuite au niveau du segment moyen de l'anneau postérieur, enfin une fuite à neuf heures à une fuite proche de la commissure antérieure. L'ETO 3D temps réel apporte un véritable avantage dans cette situation en montrant le jet couleur périprothétique dans la vue chirurgicale (Fig. 9).

Enfin, il faut distinguer les jets physiologiques intraprothétiques des prothèses mécaniques, des jets pathologiques périprothétiques.



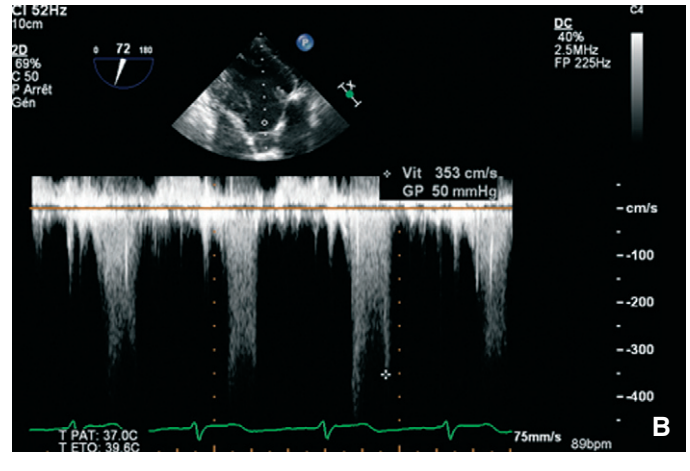


Figure 8. *Systolic anterior motion* en coupe transgastrique basse.
A. Vue 2D (feuillet antérieur obstruant la chambre de chasse).
B. Gradient intraventriculaire gauche en Doppler continu.

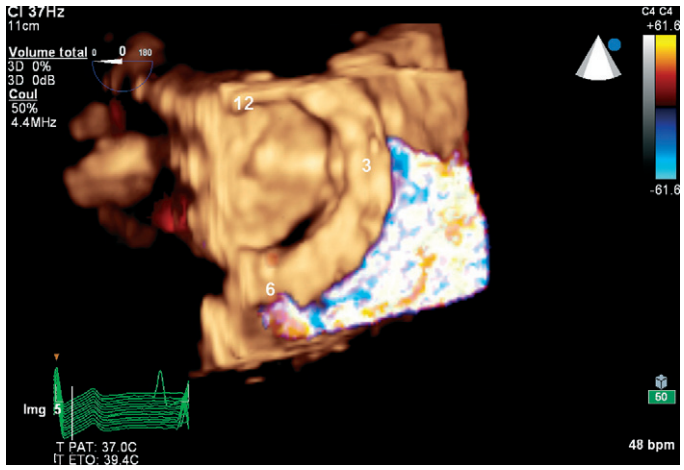
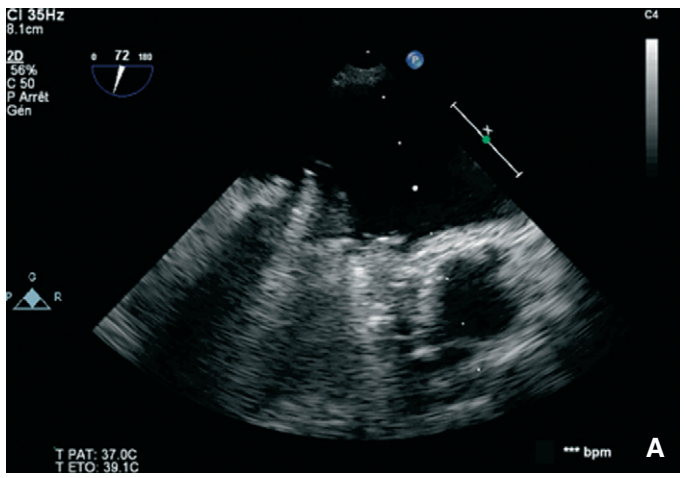


Figure 9. Fuite périprothétique mitrale en 3D temps réel couleur (désinsertion entre 3 et 6 heures).



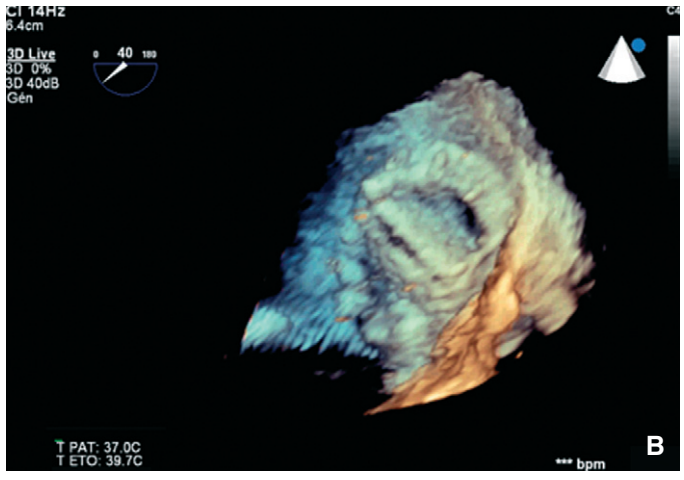


Figure 10. Ailette de prothèse mécanique bloquée par un cordage.
A. Vue 2D coupe 45°.
B. Vue chirurgicale en 3D temps réel.

En postopératoire immédiat, l'ETO peut dépister des complications imprévues :

- quand la chirurgie de remplacement valvulaire mitral par prothèse mécanique a été associée à une conservation de l'appareil sous-valvulaire, un cordage peut gêner voire bloquer le mouvement d'une ailette (Fig. 10) ;
- dans les remplacements par bioprothèse mitrale, on vérifie :
  - le caractère minime de la fuite centrale, physiologique,
  - le mouvement des feuillets car il peut arriver qu'une suture mal placée entraîne une restriction d'un des trois feuillets bioprothétiques et une fuite mitrale massive,

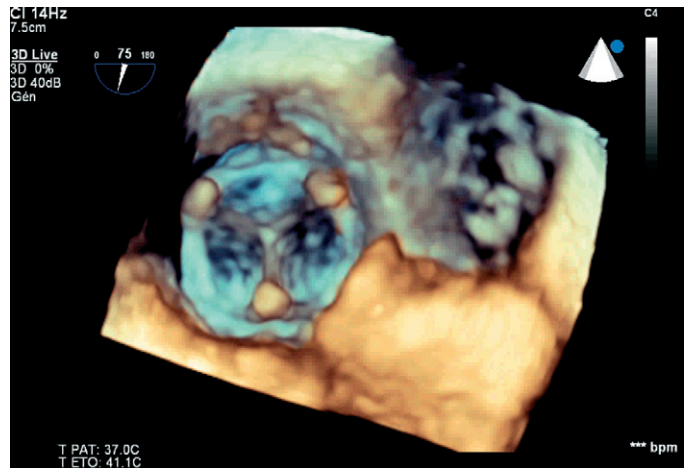


Figure 11. Vue ventriculaire 3D temps réel d'un picot de bioprothèse mitrale en regard de la chambre de chasse.

  - la position des picots ventriculaires et on s'assure qu'un picot ne se situe pas en face de la voie d'éjection aortique avec le risque d'entraîner un gradient intraventriculaire ; dans ce cadre, l'ETO 3D temps réel apporte un avantage majeur en montrant la vue ventriculaire (Fig. 11).

Impact clinique de l'échographie peropératoire en chirurgie mitrale

L'existence d'une insuffisance mitrale résiduelle modérée ne semble pas avoir d'influence pronostique sur la survie des patients [13], en dehors des insuffisances mitrales ischémiques où elle serait associée, à un an, à un excès significatif de la mortalité [14]. En revanche, dans les insuffisances mitrales dégénératives, il a été démontré que l'absence d'ETO peropératoire était un facteur de risque indépendant de réopération [15]. C'est la raison pour laquelle l'échocardiographie peropératoire est une indication indiscutable (classe I) dans la plastie mitrale afin d'« établir les bases anatomiques de l'insuffisance mitrale et de guider la chirurgie réparatrice ». Enfin, plus globalement, c'est dans la chirurgie valvulaire que l'impact clinique de l'échographie peropératoire a été le plus important comme le souligne une méta-analyse de 2010 portant sur 15 540 patients [16] ; ainsi, un changement de stratégie opératoire a été observé dans 11 % des cas et une reprise chirurgicale immédiate dans près de 4 % des cas. L'ETO 3D temps réel a donné une nouvelle dimension à l'échographie peropératoire et est fortement recommandée pour améliorer la précision diagnostique et la communication avec le chirurgien [17].

■ Chirurgie tricuspide

Avant l'intervention, l'ETO permet de préciser :

- plus que la sévérité de l'insuffisance tricuspide (en règle sous-estimée au bloc opératoire), le degré de dilatation annulaire ; le chiffre seuil au-delà duquel une annuloplastie tricuspide est recommandée en cas de chirurgie gauche [3] est de 40 mm (ou 21 mm/m^2) ; cette stratégie est validée par une amélioration des signes fonctionnels [9], une diminution significative de la progression de l'insuffisance tricuspide et une amélioration du remodelage ventriculaire droit [18] ;
- le mécanisme de l'atteinte valvulaire tricuspide, en particulier le type de dysfonction fondé sur les mouvements valvulaires : annuloplastie isolée de Carpentier en cas de type I, annuloplastie de Carpentier associée à un patch de la valve antérieure en cas de type IIIb avec forte dilatation ventriculaire droite [19].

L'ETO peropératoire permet de s'assurer du résultat fonctionnel immédiat après chirurgie tricuspide ; on vérifie surtout la distance de coaptation (au moins 4 à 5 mm) et/ou l'existence d'une éventuelle fuite centrale résiduelle. Enfin, on vérifie la qualité de

la fonction ventriculaire droite afin de détecter une éventuelle atteinte iatrogène de l'artère coronaire droite par un point de suture d'anneau.

■ Chirurgie mini-invasive

L'ETO peropératoire a un rôle fondamental, car elle permet de sélectionner les bonnes indications de valvuloplasties mitrales et de guider le clampage particulier de l'aorte ascendante à l'aide d'un ballonnet, et le positionnement des canules veineuses et aortiques. Il est également possible de vérifier l'absence de débris athéromateux intra-aortiques, pouvant rendre délicat le clampage aortique. En postopératoire immédiat, l'ETO est irremplaçable pour vérifier la purge complète des cavités gauches car le cœur n'est plus sous la vision directe du chirurgien. Elle permet, également, de s'assurer du bon résultat fonctionnel immédiat et de l'absence de dissection aortique iatrogène pouvant compliquer la technique d'endoclamp aortique (rare).

■ Chirurgie aortique

Chirurgie reconstructrice aortique

Chez les patients présentant une insuffisance aortique, la chirurgie conservatrice est préférée au remplacement valvulaire ; l'échographie peropératoire permet de repréciser les indications et d'en apprécier les résultats [20]. L'examen initial ne quantifie pas la régurgitation, mais permet une analyse fonctionnelle, basée par analogie sur la classification mitrale de Carpentier, une analyse anatomique précise et une analyse étiologique. On associe sur le plan fonctionnel l'appareil valvulaire aortique et l'aorte ascendante.

Analyse fonctionnelle

- Type 1 : mouvement valvulaire normal avec défaut de coaptation.
- Type 2 : augmentation anormale de la mobilité valvulaire : prolapsus, capotage (Fig. 12).
- Type 3 : restriction de la mobilité valvulaire : calcifications ou épaississement des sigmoïdes.

Analyse anatomique descriptive

L'anneau (recherche d'un abcès), les sigmoïdes aortiques (bicuspidie, déchirure, épaississement, prolapsus, éversion), la chambre de chasse, les ostia coronaires, les lésions d'endocardite et la paroi aortique doivent être analysés sur des coupes à 30°, 120° long axe et pseudo-apicale transgastrique (Fig. 13).

Analyse étiologique

En dehors des atteintes des sigmoïdes, la continence valvulaire aortique est liée à des diamètres normaux de la racine aortique assurant la coaptation des sigmoïdes. Il est donc primordial de mesurer ces diamètres sur une coupe à 120° (Fig. 14) : anneau, sinus de Valsalva, jonction sinotubulaire et aorte ascendante 2 cm au-dessus de cette jonction. Un anneau supérieur à 25 mm est dilaté, une jonction sinotubulaire supérieure à 30 mm est dilatée. L'expansion systolique de ces diamètres varie de 5 à 10 %.

Dans les insuffisances aortiques dystrophiques, on retrouve une dilatation de l'anneau et de la jonction sinotubulaire ; en cas d'anévrisme de la racine, outre l'augmentation de ces deux diamètres, la dilatation des sinus Valsalva prédomine.

Les techniques chirurgicales conservatrices sont nombreuses et diversement associées : conservation des sigmoïdes aortiques (avec réimplantation éventuelle dans un tube de Dacron®), correction d'un prolapsus valvulaire, réimplantation des artères coronaires, reconstruction de la racine de l'aorte et de la jonction sinotubulaire en s'appuyant sur des modélisations anatomiques [21, 22]. L'ETO réalisée en fin de CEC permet de vérifier l'architecture correcte de la racine de l'aorte par la mesure des quatre diamètres et la bonne coaptation des sigmoïdes aortiques au-dessus du plan de l'anneau ; une longueur de coaptation de 4 mm semblerait un objectif souhaitable (Fig. 15). Une fuite résiduelle supérieure à un grade I impose la reprise chirurgicale de la plastie.

Remplacement valvulaire prothétique

Il est préféré en cas de mauvaise qualité du tissu valvulaire ou de rétrécissement aortique calcifié. Il peut être isolé ou associé au remplacement de l'aorte ascendante avec réimplantation des coronaires (intervention de Bentall).

Dissection aortique

L'ETO peropératoire, plus facile à réaliser durant l'anesthésie qu'en préopératoire, complète les investigations, et permet d'orienter le choix du type de CEC et la technique chirurgicale. La porte d'entrée principale et les portes d'entrée secondaires sont repérées par une analyse de toute l'aorte, crosse et aorte descendante comprises, notamment sur une coupe pseudo-apicale transgastrique, qui permet de visualiser l'aorte ascendante jusqu'à la crosse. L'examen précise l'atteinte de la valve aortique et des coronaires par le biais de l'analyse de la fonction régionale. Outre l'hémopéricarde parfois compressif, certaines complications sont rares : compression de la veine cave supérieure par l'aorte dilatée, compression de l'artère pulmonaire droite ou de son tronc entraînant une défaillance ventriculaire droite par obstacle à l'éjection.

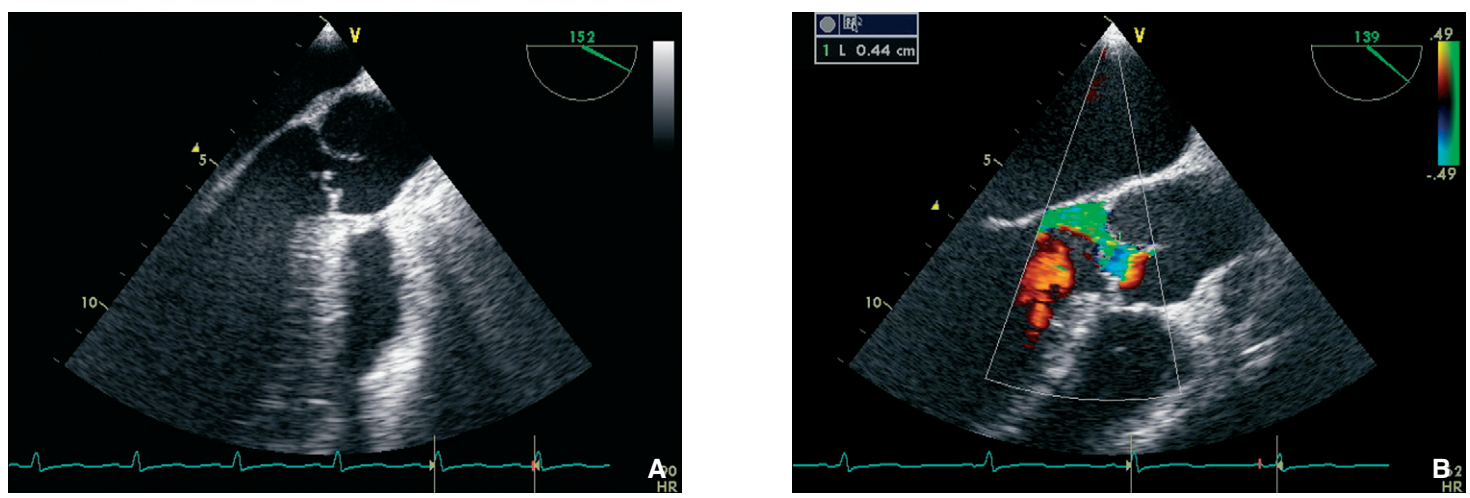


Figure 12. Prolapsus sigmoïde aortique. Prolapsus de la sigmoïde coronaire droite visualisé sur des coupes grand axe en noir et blanc (A) et en couleur (B), le jet est excentré et s'éloigne de la sigmoïde lésée.

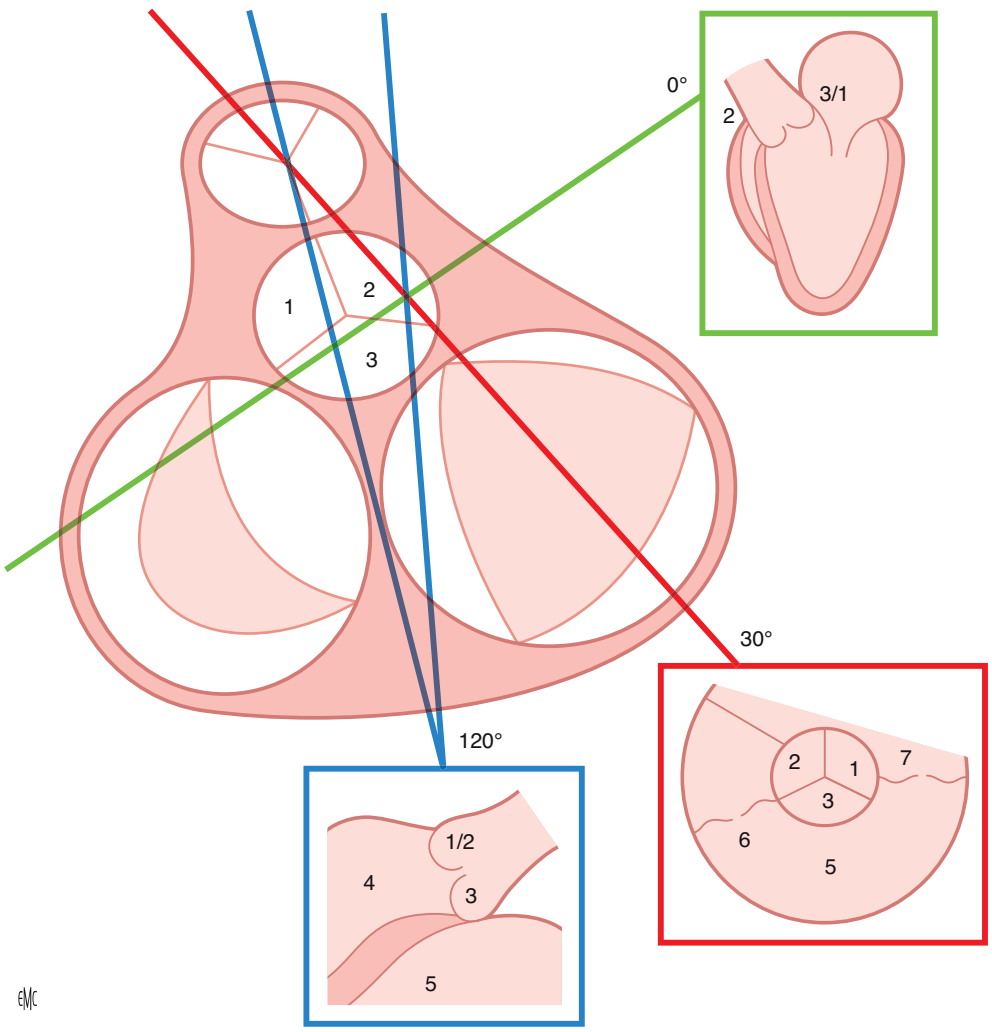


Figure 13. Visualisation sur trois plans de coupe (0°, 30° et 120°) des trois sigmoïdes aortiques. Sur la coupe à 120°, la sigmoïde aortique droite est toujours visualisée au bord inférieur de l'anneau aortique. La sigmoïde visualisée au bord supérieur de l'anneau aortique est la sigmoïde gauche si le capteur est orienté en arrière, la sigmoïde non coronaire si le capteur est orienté vers l'avant. 1. Coronaire gauche ; 2. non coronaire ; 3. coronaire droite ; 4. chambre de chasse du ventricule gauche ; 5. ventricule droit ; 6. valve tricuspide ; 7. valve pulmonaire.

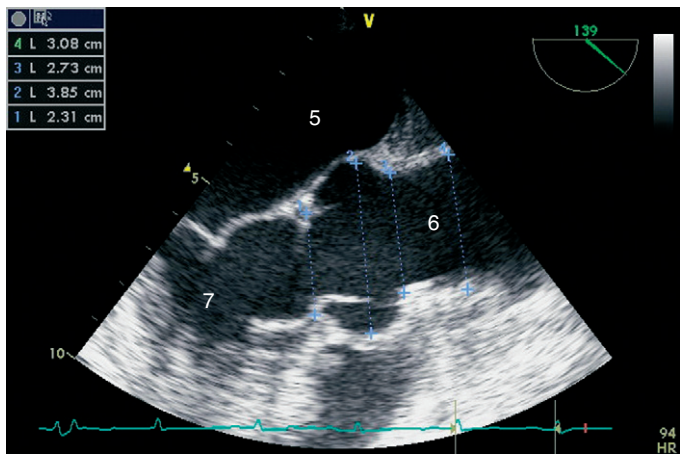


Figure 14. Dimensions de l'aorte ascendante. Mesure en milieu de systole des diamètres de l'anneau aortique (1), du sinus de Valsalva (2), de la jonction sinotubulaire (3) et de l'aorte ascendante (4). 5. Oreillette gauche ; 6. aorte ; 7. ventricule gauche.

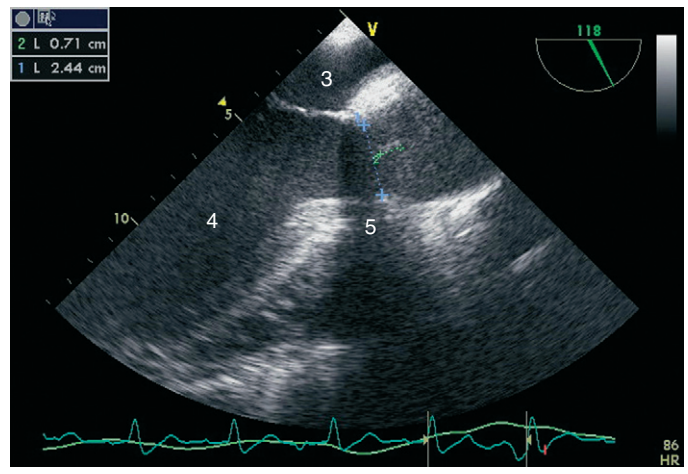


Figure 15. Coaptation des sigmoïdes. Sur une coupe à 120°, visualisation de la coaptation des sigmoïdes aortiques au-dessus du plan de l'anneau aortique après une réparation aortique. 3. Oreillette gauche ; 4. ventricule gauche ; 5. plan de l'anneau aortique.

La distinction entre une dissection aortique, un hématome intramural et une lésion athéromateuse de la paroi aortique est parfois difficile. Un hématome intramural de l'aorte ascendante peut se compliquer d'une dissection aortique et en partage les risques. En cas d'hématome intramural aortique, l'examen peut retrouver un aspect feuilleté de la paroi aortique, un déplacement vers le centre de l'aorte, d'éventuelles calcifications intimales, mais parfois une simple image en double contour de l'aorte (Fig. 16). Une lésion athéromateuse aortique comporte une surface intimale irrégulière. Les plaques calcifiées sont responsables d'artefacts de réverbération (images fantômes) apparaissant dans la direction du rayonnement à une distance multiple d'une structure existante plus proche. Il est parfois difficile de différencier ces artefacts situés dans la lumière aortique d'un *flap* intimal. Ces échos linéaires sont le plus souvent hyperbrillants, peu mobiles et surtout leur déplacement est parallèle à une paroi vasculaire sur une coupe TM [23].

Plusieurs éléments doivent être vérifiés au démarrage de la CEC :

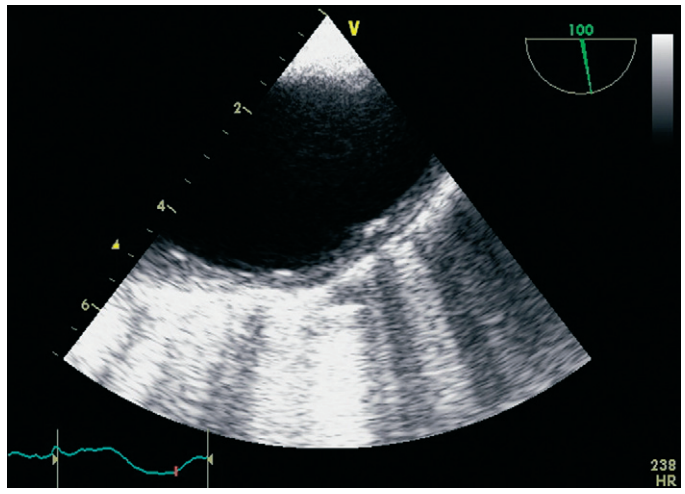


Figure 16. Hématome de la paroi aortique.

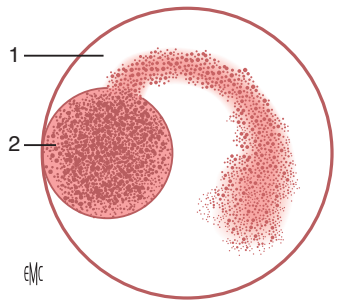


Figure 17. Représentation schématique des microcavitations passant du vrai chenal (2) vers le faux chenal (1) lors du départ de la circulation extracorporelle.

- la sonde étant positionnée au niveau de l'aorte thoracique descendante, on peut vérifier que la perfusion intéresse le vrai chenal par l'apparition de microcavitations, qui ne sont que dans un deuxième temps dans le faux chenal (Fig. 17) ;
- l'examen est poursuivi rapidement sur toute la longueur de l'aorte thoracique pour vérifier qu'il ne se produit pas de compression du vrai chenal par dilatation du faux chenal, situation qui se rencontre essentiellement dans les dissections rétrogrades.

L'insuffisance aortique de la dissection aortique est traitée par le remplacement de l'aorte ascendante par un tube de Dacron®, restaurant de ce fait l'architecture correcte de la racine et de l'aorte ascendante. Après la CEC, l'ETO vérifie la diminution ou l'absence de perfusion du faux chenal et la continence de la valve aortique.

Dans tous les cas, après un geste sur l'aorte on recherche systématiquement :

- le fonctionnement normal d'une prothèse, ou la morphologie et la coaptation des valves natives, associés ou non à une insuffisance aortique résiduelle inférieure à 1 ;
- la perméabilité des ostia coronaires et la fonction systolique régionale ;
- l'existence d'un SAM ;
- les complications de la réparation ;
- l'intégrité de la paroi aortique ou l'aspect correspondant à la prothèse de l'aorte.

■ Évaluation hémodynamique peropératoire

Les indices de précharge et de fonction ventriculaire usuels sont recueillis lors d'un examen systématique de référence après l'induction de l'anesthésie, puis le suivi permet de guider le remplissage et l'administration de médicaments vasoactifs ou inotropes, et de faire le diagnostic d'événements hémodynamiques mal compris. En pratique, le caractère fréquemment instable de l'état hémodynamique peropératoire impose de recourir ensuite à des indices simples et reproductibles.

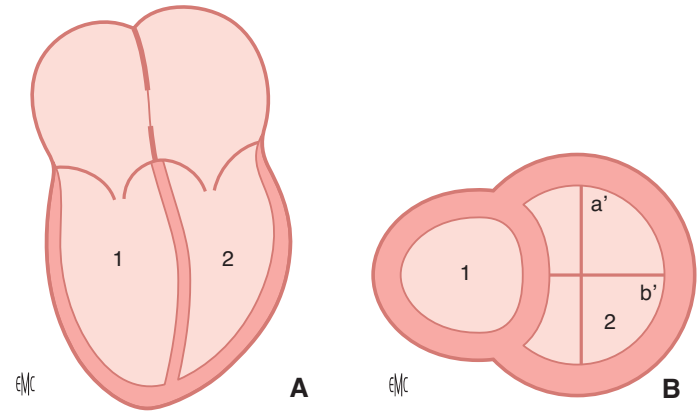


Figure 18. Index d'excentricité (A, B). Dysfonction ventriculaire droite au cours d'une transplantation pulmonaire : dilatation du ventricule droit et augmentation de l'index d'excentricité (coupe petit axe transgastrique). a'/b' = diamètre antéropostérieur/diamètre latéroseptal. 1. Ventricule droit ; 2. ventricule gauche.

La précharge du ventricule gauche est approchée essentiellement par la mesure de sa surface télédiastolique en incidence petit axe transgastrique. Les valeurs de référence sont comprises entre 5,5 et 11,9 cm^2/m^2. L'évolution de la valeur de base et la réponse à une épreuve de remplissage sont fréquemment évaluées au cours d'une intervention. Une précharge basse est la cause la plus fréquente des hypotensions en chirurgie cardiaque. La fonction systolique globale ventriculaire gauche s'évalue par la mesure de la fraction de raccourcissement de surface sur une coupe petit axe transgastrique passant par les piliers de la valve mitrale.

Si l'ETO n'est plus considérée comme une bonne méthode de monitoring de l'ischémie myocardique peropératoire, elle demeure cependant un outil diagnostique important. En pratique, il faut s'astreindre à analyser la coupe petit axe passant par les piliers et quatre coupes longitudinales (0°, 60°, 90° et 120°) à chacun des temps importants : après l'induction de l'anesthésie et avant l'incision chirurgicale, après la fin de la CEC ou après réalisation de pontage à cœur battant, après la fermeture du sternum et bien sûr lors de toute anomalie hémodynamique. Ces coupes permettent d'évaluer rapidement la cinétique des parois vascularisées par les trois troncs coronaires, ainsi que les modifications induites par l'apparition d'un bloc de branche ou un entraînement électrosystolique [24].

La dysfonction systolique du ventricule droit est appréciée au mieux sur une coupe quatre cavités et une coupe transgastrique. L'examen recherche en premier lieu une dilatation du ventricule droit et un rapport des surfaces télédiastoliques ventriculaires droite/gauche supérieur à 1 (Fig. 18). L'interaction ventricule droit – ventricule gauche est évaluée par la mesure de l'index d'excentricité du ventricule gauche sur une coupe petit axe transverse passant par les piliers mitraux. La cavité ventriculaire gauche apparaît normalement circulaire et le rapport diamètre antéropostérieur/diamètre latéroseptal est égal à 1 (a'/b'). D'autres indices peuvent être obtenus pour corroborer les indices simples : épaississement systolique du bord libre ; diminution de la fraction de réduction de surface ; existence d'une insuffisance tricuspide ; dilatation de la veine cave inférieure.

Le débit cardiaque peut être mesuré classiquement au niveau aortique. On peut suivre l'évolution d'une intégrale temps-vitesse à la valve aortique ou au tronc de l'artère pulmonaire en négligeant le facteur « surface », considéré comme stable, mais sans oublier le facteur « fréquence cardiaque ».

■ Apport de l'échographie dans la circulation extracorporelle

Les données échographiques contribuent à améliorer la sécurité de la CEC, essentiellement lors des canulations et de la purge des cavités, et orientent la thérapeutique lors du sevrage.

L'examen échographique peropératoire initial doit dépister les lésions athéromateuses de la crosse aortique et de l'aorte ascendante au site de la canulation. Celles-ci échappent aux explorations préopératoires habituelles et à la détection chirurgicale peropératoire. Un examen épicardique peropératoire permet de visualiser l'aorte ascendante sur toute sa hauteur, l'examen en ETO étant gêné sur une partie de l'aorte par l'interposition de la carène et de la bronche souche gauche entre l'œsophage et l'aorte. La découverte de lésions athéromateuses pouvant être responsables d'accidents neurologiques graves doit faire modifier la prise en charge : choix des sites de clampage, de canulation aortique et d'implantation des greffons veineux, intervention à cœur battant (*no-touch*) évitant la canulation et le clampage de l'aorte ascendante [25]. L'examen du sinus coronaire permet de détecter des pathologies malformatives contre-indiquant l'injection d'une solution de cardioplégie par voie rétrograde : retour veineux pulmonaire anormal, veine cave supérieure gauche. La recherche d'un foramen ovale perméable doit être systématique. Il expose durant la CEC au passage d'air dans les cavités droites en cas d'ouverture des cavités gauches et en postopératoire au risque de shunt droite-gauche et d'embolie paradoxale. Il n'existe pas d'études randomisées qui permettraient de guider la décision de fermer un foramen ovale perméable découvert incidemment. Le bénéfice potentiel est évident dans les situations où il existe un fort risque d'hypoxémie postopératoire : transplantation cardiaque ; pose d'une assistance gauche ; hypertension artérielle pulmonaire.

En fin de CEC, l'ETO permet de détecter des bulles d'air résiduelles provenant de l'ouverture des cavités cardiaques et des différentes manœuvres de canulation artérielle. Les microbulles sont très mobiles, et apparaissent dès la reprise de la ventilation mécanique et lors des premières manœuvres de purge en fin de CEC. Les macrobulles, peu mobiles et très échogènes, sont trappées à l'apex des cavités (Fig. 19).

L'ETO permet d'identifier rapidement la cause d'une difficulté de sevrage de la CEC. Une cause rare, que seule l'ETO peut diagnostiquer, est une obstruction dynamique de la chambre de chasse du ventricule gauche. Celle-ci est due à l'association d'une hypovolémie et d'une hypertrophie concentrique du ventricule gauche (hypertension artérielle, rétrécissement aortique, cardiomyopathie hypertrophique) ou d'une hypertrophie localisée au septum interventriculaire. Le Doppler continu affirme le diagnostic en mettant en évidence un gradient de pression intraventriculaire majeur (jusqu'à 200 mmHg). L'ETO permet de vérifier la régression des signes sous traitement médical (remplissage vasculaire, arrêt des inotropes positifs et administration éventuelle d'un bêtabloquant).

L'ETO contrôle l'intégrité de l'aorte ascendante après la décanulation, celle-ci pouvant exceptionnellement être responsable d'une dissection. L'intégrité du sinus coronaire doit être vérifiée : risque d'hématome siégeant au sillon auriculoventriculaire.

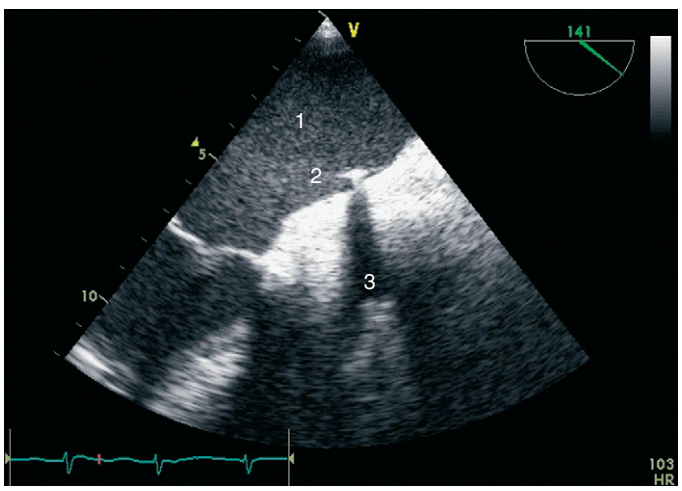


Figure 19. Macrobulle trappée dans l'oreillette gauche 30 minutes après la fin de la circulation extracorporelle. 1. Oreillette gauche ; 2. macrobulle ; 3. cône d'ombre.

■ Transplantations cardiaques et pulmonaires

Transplantation cardiaque

Au bloc opératoire avant transplantation cardiaque, l'examen échographique recherche un thrombus intracavitaire et un foramen ovale perméable, souvent difficile à objectiver du fait du gradient de pression à ce stade de l'intervention.

L'examen échographique réalisé après la CEC permet de déterminer l'origine d'une dysfonction du greffon. Une dysfonction systolique gauche précoce régresse habituellement sous inotropes. Une dysfonction ventriculaire précoce droite est plus fréquente, conséquence d'une dysfonction préexistante chez le donneur, d'une mauvaise protection myocardique lors du prélèvement ou, le plus souvent, de l'inadaptation du cœur droit transplanté à des résistances pulmonaires élevées. Enfin, s'il y a eu conservation des oreillettes du receveur, la redondance tissulaire peut être responsable d'une torsion entre les deux composantes atriales. Les anastomoses vasculaires sont dans tous les cas vérifiées.

Transplantation pulmonaire

Au bloc opératoire avant transplantation pulmonaire, l'examen permet d'évaluer la fonction systolique des ventricules et de rechercher un foramen ovale perméable. Surveillances hémodynamique et échocardiographique se complètent tout au long de l'intervention pour comprendre l'origine des variations hémodynamiques : hypovolémie, diminution du retour veineux, interaction des ventricules, contrainte directe sur le ventricule gauche de la ventilation mécanique chez les patients emphysémateux, bien que le thorax soit ouvert [26]. Le ventricule droit est souvent dilaté et sa contractilité peut être altérée du fait de la surcharge mixte (pression et volume) et de la diminution de la perfusion myocardique (Fig. 20) [27]. L'ETO permet une évaluation de la fonction ventriculaire droite et de son éventuelle optimisation : remplissage, monoxyde d'azote, catécholamines. Lors du clampage de l'artère pulmonaire, qui soumet le ventricule droit à une augmentation brutale de sa postcharge, l'ETO contribue à apprécier l'évolution de la fonction ventriculaire droite. La survenue d'un collapsus accompagné d'une dilatation aiguë du ventricule droit lors du clampage de l'artère pulmonaire peut faire décider d'une CEC ou de la mise en place d'une assistance (oxygénation par membrane extracorporelle).

Après implantation du (des) greffon(s), l'ETO doit rechercher l'air trappé à l'apex des cavités et guider leur purge. Les anastomoses vasculaires doivent être analysées du fait du risque de sténose, notamment veineuse. Les patients transplantés pour hypertension artérielle pulmonaire primitive peuvent présenter

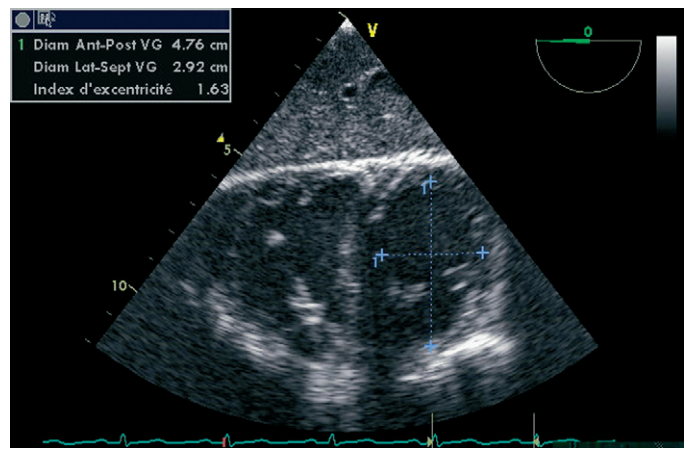


Figure 20. Visualisation d'un rapport ventricule droit/ventricule gauche supérieur à 1 sur une coupe petit axe transgastrique : index d'excentricité supérieur à 1 (diamètre = antéropostérieur/latéroseptal).

des complications spécifiques : une dysfonction ventriculaire gauche par brusque augmentation de précharge ou une obstruction dynamique de la chambre de chasse du ventricule droit hypertrophié (« suicide du ventricule ») par diminution brutale de la postcharge [28].

■ Assistances ventriculaires

L'ETO permet de guider les indications d'assistance, d'éliminer les contre-indications à leur pose, de vérifier leur bon positionnement et leur efficacité.

Les assistances sont nombreuses et de fonctionnement différent, et il faut rechercher des éléments qui contre-indiquent certains dispositifs ou qui nécessitent un geste complémentaire :

- les pathologies de l'aorte (athérome, lésions anévrismales) contre-indiquent a priori l'insertion d'une canule aortique. Les pathologies de l'aorte descendante contre-indiquent la mise en place d'une assistance insérée par voie fémorale (ballon de contre-pulsion par exemple) ;
- un shunt intracardiaque, le plus souvent le foramen ovale perméable, doit être fermé avant la mise en route d'une assistance cardiaque gauche ;
- les thrombi intracardiaques dans des cavités dilatées doivent être retirés compte tenu du risque d'obstruction de la canule d'admission, voire du matériel d'assistance ;
- l'insuffisance aortique contre-indique la mise en place d'une assistance gauche du fait du reflux du débit d'assistance dans le ventricule ;
- une insuffisance mitrale fonctionnelle est fréquente et diminue généralement après la mise en route de l'assistance cardiaque gauche ;
- une sténose mitrale limite l'admission du flux dans le dispositif d'assistance et doit être corrigée (bioprothèse ou commissurotomie) ;
- une insuffisance tricuspide peut nécessiter la mise en place d'un anneau pour éviter qu'elle ne s'aggrave lors du démarrage de l'assistance cardiaque.

L'examen réalisé après l'implantation du dispositif d'assistance permet de vérifier :

- la purge des cavités cardiaques et du dispositif d'assistance ;
- l'absence de shunt intracardiaque droite-gauche qui aurait pu échapper avant l'implantation ;
- la position des canules, qui ne doivent pas être au contact d'une paroi pour permettre une admission correcte et une éjection sans risque ;
- en cas d'assistance gauche, la bonne tolérance du ventricule droit et le remplissage correct du ventricule gauche.

■ Modalités échographiques peropératoires, indications et règles d'utilisation de l'échographie transœsophagienne

Échographie transœsophagienne peropératoire

Les indications de l'ETO peropératoire ont été réactualisées en 2003 sous l'égide de l'American Heart Association, l'American College of Cardiology et l'American Society of Echocardiography [29]. Ces indications sont regroupées en trois classes selon leur degré de pertinence et les indications de classe I, non discutées, comportent l'évaluation de désordres hémodynamiques aigus ne répondant pas au traitement, les réparations chirurgicales (plastie valvulaire, dissection) et les remplacements valvulaires complexes. Cependant, toutes les études, notamment celles ayant cherché à quantifier le gain économique de la technique, plaident pour une utilisation systématique de l'ETO en peropératoire. L'ETO permet de modifier le diagnostic ou la prise en charge chirurgicale initialement prévue chez plus de 10 % des patients valvulaires et chez plus de 4 % des patients toutes indications confondues. De même, elle permet de corriger une malfaçon chirurgicale ou de détecter une complication précoce chez 2 à 4 % des patients [30–32]. La morbidité de l'ETO peropératoire est faible : dysphagie dans 0,2 à 0,4 % des cas [33]. Il est impératif de dépister les complications de survenue précoce ou tardive [34] et de respecter les contre-indications que sont les pathologies œsophagiennes (diverticule œsophagien, tumeur, varices œsophagiennes) ou médiastinales (tumeur, irradiation, déviation importante du médiastin). La sonde, protégée par une gaine, doit être mise en place chez un patient endormi, curarisé, installé la tête surélevée et sans billot sous les épaules pour obtenir une courbure oropharynx/œsophage favorable, et introduite sous contrôle laryngoscopique sans insister si la sonde ne progresse pas facilement. Durant l'intervention, l'utilisation du bistouri électrique peut parasiter l'image sans risque pour le patient. L'énergie émise par le capteur est faible, de l'ordre du milliwatt, et n'a pas d'effet biologique sur les tissus, quelle que soit la durée d'utilisation. Cependant, pour éviter un traumatisme de l'œsophage, il est recommandé de geler l'image en dehors des périodes d'observation, de ne pas bloquer les molettes et de déconnecter la sonde de l'échographe avant tout choc électrique de forte puissance (choc électrique externe).

Échographie épicardique

L'échographie épicardique est une alternative intéressante en cas de contre-indication à l'ETO, d'absence de sonde ETO ou de vérification ponctuelle d'un geste chirurgical. L'échographie épicardique est réalisée avec une sonde épicardique, protégée par une housse stérile et fournit des coupes similaires à celles obtenues en transthoracique. La voie épicardique permet une étude des pathologies de la voie d'éjection sous-aortique, de l'aorte ascendante ou de la crosse aortique (athérome). Certaines limites réduisent son intérêt clinique : encombrement du champ opératoire, examen limité aux incidences antérieures et surtout nécessité d'interrompre le processus chirurgical puisque l'échographie épicardique est réalisée par le chirurgien lui-même [35].

■ Conclusion

L'intérêt de l'ETO n'est plus à démontrer en peropératoire. Elle permet à toute une équipe de progresser dans la technique, dans la compréhension de la physiopathologie et donc dans la prise en charge des patients. De plus, même les analyses coûts-bénéfices sont en faveur de son utilisation systématique.

■ Références

[1] Carpentier A. La valvuloplastie reconstitutive - une nouvelle technique de valvuloplastie mitrale. *Presse Med* 1969;**77**:251–3.

[2] Bonow RO, Carabello BA, Chatterjee K. 2008 focused update incorporated into the ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2008;**52**:e1–142.

[3] Vahanian A, Baumgartner H, Bax J. Guidelines on the management of valvular heart disease: The Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2007;**28**:230–68.

[4] Berrebi A. Intérêts de l'échographie per-opératoire dans la chirurgie reconstructrice mitrale. *Ann Cardiol Angeiol* 1998;**47**:656–60.

[5] Grewal J, Mankad S, Freeman WK. Real-time three dimensional transesophageal echocardiography in the intraoperative assessment of mitral valve disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2009;**22**:34–41.

[6] Biaggi P, Gruner C, Jedrzkiewicz S. Assessment of mitral valve prolapse by 3D TEE angled views are key. *JACC Cardiovasc Imaging* 2011;**4**:94–7.

[7] Shiran A, Merdler A, Ismir E. Intraoperative transesophageal echocardiography using a quantitative dynamic loading test for the evaluation of ischemic mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;**20**:690–7.

[8] Mihaileanu S, Marino JP, Chauvaud S. Left ventricular outflow obstruction after mitral valve repair (Carpentier's technique): proposed mechanisms of disease. *Circulation* 1988;**78**:I78–84.

[9] Dreyfus GD, Corbi PJ, Chan KM, Bahrami T. Secondary tricuspid regurgitation or dilatation: which should be the criteria for surgical repair? *Ann Thorac Surg* 2005;**79**:127–32.

[10] Mihaileanu S, El Asmar B, Acar C. Intra-operative transoesophageal echocardiography after mitral repair; specific conditions and pitfalls. *Eur Heart J* 1991;**12**:26–9.

[11] Ender J, Selbach M, Borger MA. Echocardiographic identification of iatrogenic injury of the circumflex artery during minimally invasive mitral valve repair. *Ann Thorac Surg* 2010;**89**:1866–72.

[12] Rosenhek R, Binder T, Maurer G. Intraoperative transesophageal echocardiography in valve replacement surgery. *Echocardiography* 2002;**19**:701–7.

[13] Fix J, Isada L, Cosgrove D. Do patients with less than "echo-perfect" results from mitral valve repair by intraoperative echocardiography have different outcome? *Circulation* 1993;**88**:39–48.

[14] Sheikh KH, Bengtson JR, Rankin JS. Intraoperative transoesophageal Doppler color flow imaging used to guide patient selection and operative treatment of ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 1991;**84**:594–604.

[15] Gillinov AM, Cosgrove DM, Blackstone EH. Durability of mitral valve repair for degenerative disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;**116**:734–43.

[16] Michelena HI, Abel MD, Suri RM, Freeman WK, Click RL, Sundt TM, et al. Intraoperative echocardiography in valvular heart disease: an evidence-based appraisal. *Mayo Clin Proc* 2010;**85**: 646–55.

[17] Vegas A, Meineri M. Three-dimensional transesophageal echocardiography is a major advance for intraoperative clinical management of patients undergoing cardiac surgery: a core review. *Anesth Analg* 2010;**110**:1548–73.

[18] Van de Veire NR, Braun J, Delgado V, Versteegh MI, Dion RA, Klautz RJ, et al. Tricuspid annuloplasty prevents right ventricular dilatation and progression of tricuspid regurgitation in patients with tricuspid annular dilatation undergoing mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;**141**:1431–9.

[19] Dreyfus GD, Raja SG, John Chan KM. Tricuspid leaflet augmentation to address severe tethering in functional tricuspid regurgitation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;**27**:910–3.

[20] Van Dyck MJ, Watremez C, Boodhwani M, Vanoverschelde JL, El Khoury G. Transesophageal echocardiographic evaluation during aortic valve repair surgery. *Anesth Analg* 2010;**111**: 59–70.

[21] David TE, Feindel CM, Webb GD, Colman JM, Armstrong S, Maganti M. Aortic valve preservation in patients with aortic root aneurysm: results of the reimplantation technique. *Ann Thorac Surg* 2007;**83**:S732–5.

[22] Guilmet D, Bonnet S, Bonnet N, Bachet J. Conservation de la valvule aortique native dans le traitement de la maladie annulo-ectasiante. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1999;**92**:1181–7.

[23] Evangelista A, Garcia-del-Castillo H, Gonzalez-Alujas T, Dominguez-Oronoz R, Salas A, Permanyer-Miralda G, et al. Diagnosis of ascending aortic dissection by transesophageal echocardiography: utility of M-mode in recognizing artifacts. *J Am Coll Cardiol* 1996;**27**:102–7.

[24] Shanewise JS. How to reliably detect ischemia in the intensive care unit and operating room. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2006;**10**:101–9.

[25] Gold JP, Torres KE, Maldarelli W, Zhuravlev I, Condit D, Wasnick J. Improving outcomes in coronary surgery: the impact of echo-directed aortic cannulation and perioperative hemodynamic management in 500 patients. *Ann Thorac Surg* 2004;**78**:1579–85.

[26] Takata M, Robotham JL. Ventricular external constraint by the lung and pericardium during positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 1991;**143 (4Pt1)**:872–5.

[27] Priebe HJ. Myocardial ischemia during vasodilator therapy in a canine model of pulmonary hypertension and coronary insufficiency. *Anesthesiology* 1992;**76**:781–91.

[28] Kroshus TJ, Kshettry VR, Hertz MI, Everett JE, Bolman RM3rd. Suicide right ventricle after lung transplantation for Eisenmenger syndrome. *Ann Thorac Surg* 1995;**59**:995–7.

[29] Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP. ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *Circulation* 2003;**108**:1146–62.

[30] Michel-Cherqui M, Ceddaha A, Liu N, Schlumberger S, Szekely B, Brusset A, et al. Assessment of systematic use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery in adults: a prospective study of 203 patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000;**14**:45–50.

[31] Ionescu AA, West RR, Proudman C, Butchart EG, Fraser AG. Prospective study of routine perioperative transesophageal echocardiography for elective valve replacement: clinical impact and cost-saving implications. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;**14**:659–67.

[32] Shapira Y, Vaturi M, Weisenberg DE. Impact of intraoperative transesophageal echocardiography in patients undergoing valve replacement. *Ann Thorac Surg* 2004;**78**:579–84.

[33] Kallmeyer IJ, Collard CD, Fox JA, Body SC, Shernan SK. The safety of intraoperative transesophageal echocardiography: a case series of 7200 cardiac surgical patients. *Anesth Analg* 2001;**92**:1126–30.

[34] Lennon MJ, Gibbs NM, Weightman WM, Leber J, Ee HC, Yusoff IF. Transesophageal echocardiography-related gastrointestinal complications in cardiac surgical patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;**19**:141–5.

[35] Glas KE, Swaminathan M, Reeves ST, Council for Intraoperative Echocardiography of the American Society of Echocardiography; Society of Cardiovascular Anesthesiologists; Society of Thoracic Surgeons. Guidelines for the performance of a comprehensive intraoperative epiaortic ultrasonographic examination: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists;endorsed by the Society of Thoracic Surgeons. *Anesth Analg* 2008;**106**:1376–84.

A. Berrebi (alainberrebi@hotmail.com).
Service de chirurgie cardiaque (Pr Fabiani), Hôpital européen Georges Pompidou-Université Paris V, 20, rue Leblanc, 75015 Paris, France.
Département de Pathologie Cardiaque (M. Debauchez), Institut Mutualiste Montsouris, 42, boulevard Jourdan, 75014 Paris, France.

M. Michel-Cherqui.
M.-L. Felten.
Service d'anesthésie, Hôpital Foch, 40, rue Worth, 92150 Suresnes, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Berrebi A, Michel-Cherqui M, Felten ML. Échographie peropératoire. EMC - Cardiologie 2012;7(4):1-12 [Article 11-005-C-20].

Disponibles sur www.em-consulte.com

Arbres décisionnels | Iconographies supplémentaires | Vidéos/ Animations | Documents légaux | Information au patient | Informations supplémentaires | Auto-évaluations | Cas clinique

Cet article comporte également le contenu multimédia suivant, accessible en ligne sur em-consulte.com et em-premium.com :

1 autoévaluation

Cliquez ici

© 2013 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés. - Document téléchargé le 16/11/2013 par UNIVERSITE VICTOR SEGALEN BORDEAUX (14200)